

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗОРАЗРЯДНОМ ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ

© 2024 г. Нехорошев Виталий Олегович^{1,2*}, Д. А. Дерусова^{1**}, В. Ю. Шпильной^{1***}

¹ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050
Томск, пр. Ленина, 30

² – Институт сильноточной электроники СО РАН, 634055 Томск, пр. Академический, 2/3
* - nvo@lnp.hcei.tsc.ru; ** - red@tpu.ru; *** - vshpilnoy@list.ru

Недавние достижения в области неразрушающего контроля с использованием бесконтактных акустических систем показали возможность возбуждения акустических волны с помощью импульсного электрического разряда [1–5]. Протекание тока в газоразрядном канале приводит к нагреву и расширению области плазмы газового разряда и формированию в межэлектродном промежутке волны сжатия, распространяющейся в окружающей среде, что условно называют электро-термо-акустическим эффектом [1, 3]. Указанное явление может быть использовано в неразрушающем контроле для бесконтактного возбуждения акустических колебаний в объекте исследования [1, 4, 5]. В частности, в работах [4, 5] продемонстрирована возможность проведения бесконтактных неразрушающих испытаний полимерных и композиционных материалов с использованием метода сканирующей лазерной доплеровской виброметрии и электроакустического преобразователя на основе разряда в воздухе при атмосферном давлении. Однако, как сами газоразрядные явления, протекающие в электроакустическом преобразователе, так и их взаимосвязь с акустическими процессами изучены недостаточно.

В настоящем исследовании рассмотрены газоразрядные процессы, протекающие в межэлектродном промежутке электроакустических преобразователей при различных конструкциях их электродных систем. Упрощенная схема лабораторной установки приведена на рис. 1.

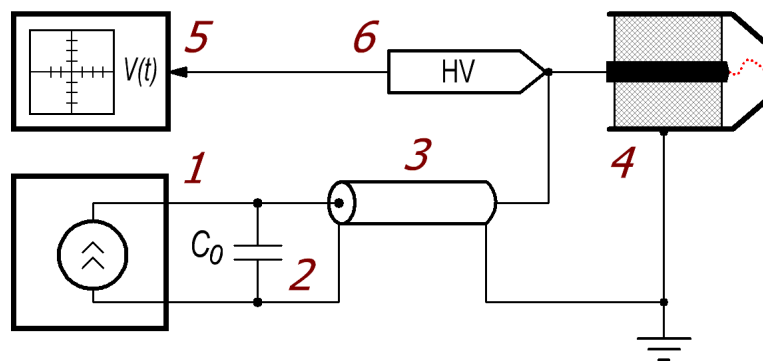


Рис. 1. Упрощенная схема лабораторной установки. Обозначения: 1 – генератор импульсов тока, 2 – ёмкостной накопитель, 3 – коаксиальный кабель, 4 – газоразрядный электроакустический преобразователь, 5 – осциллограф, 6 – высоковольтный пробник.

В рассматриваемой системе от генератора импульсов 1 заряжается накопитель 2, пока не произойдет пробой газоразрядного промежутка преобразователя 4. Затем накопитель 2 разряжается через кабель 3 и газоразрядный канал в преобразователе 4. Напряжение на межэлектродном промежутке преобразователя 4 регистрируется с помощью осциллографа 5 и высоковольтного пробника 6. Анализ осциллограмм напряжения горения разряда в электроакустическом преобразователе позволяет определить напряжение, необходимое для пробоя межэлектродного промежутка, оценить амплитуду тока разряда и характерные времена газоразрядных процессов.

На основе данных, полученных в ходе интерпретации результатов исследования, дана характеристика электроакустического преобразователя как газоразрядной нагрузки. Показано, что для различных электродных систем пробивное напряжение находится в диапазоне от 10 кВ до 16 кВ, при этом ток в контуре достигает 600 А для межэлектродных зазоров величиной (5-6) мм и 800 А для величины зазора 12 мм, что соответствует искровому разряду. Характерное время затухания колебаний тока искрового разряда не превышает 5 мкс, после чего может происходить переход из искры в дугу.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания «Наука», проект № FSWW-2023-0019, в работе применяли оборудование ЦКП НОИЦ «Наноматериалы и нанотехнологии» ТПУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ayrault C., Bequin P., Baudin S.* Characteristics of spark discharge as an adjustable acoustic source for scale model measurement// Proceedings of the acoustics 2012 Nantes conf. P. 3555—3559 (2012).
2. *Migachev S.A., Kurkin M.I., Smorofinskii Y.G.* Noncontact excitation of sound in metals by a video pulse of electric field // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2016. V. 52, Iss. 11. P. 653—6561.
3. *Daschewski M., Kreutzbruck M., Prager J., Dohse E., Gaal M. und Harrer A.* Resonanzfreie Messung und Anregung von Ultraschall // Technisches Messen. 2015. V. 82. Iss. 3. P. 156—66.
4. *Derusova D.A., Nekhoroshev V.O., Shpil'noi V.Y., Vavilov V.P.* Developing Novel Gas Discharge Emitters of Acoustic Waves in Air for Nondestructive Testing of Materials // Sensors. V. 22, Iss. 23. 2022. P. 14. Article number 99056.
5. *Derusova D.A., Vavilov V.P., Nekhoroshev V.O., Shpil'noi V.Y.* Characterizing air-coupled gas discharge acoustic transducers by using scanning laser Doppler refracto-vibrometry // Optics and lasers in engineering. V. 175. 2024. Article number 108043.